

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikka

2018

Ville Juhola

# UUDISTUNEIDEN RAKENNUSMÄÄRÄYSTEN OSIEN D1,D2 JA E7 VAIKUTUKSET ASUINRAKENTAMISEN LVI- SUUNNITTELUUN

Ville Juhola

# UUDISTUNEIDEN RAKENNUSMÄÄRÄYSTEN OSIEN D1,D2 JA E7 VAIKUTUKSET ASUINRAKENTAMISEN LVI-SUUNNITTELUUN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli esitellä uusien asetustekstipohjaisten rakennusmääräysten vaikutukset asuinrakentamisen LVI-suunnitteluun. Opinnäytetyössä käsitellään ympäristöministeriön asetuksia vesi- ja viemärlaitteistoista sekä uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Kommentointivaiheessa olevasta Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -oppaasta on myös nostettu esille muuttuvat kohdat.

Rakennusmääräysten muutoksia peilattiin Optiplan Oy:n suunnittelemaan referenssikohteeseen. Referenssikohteena on käytetty Turkuun vuoden 2018 keväällä valmistuvaa 36 asunnon asuinkerrostaloa. Vaikutuksia on esitelty sekä koko kerrostalon että yhden huoneiston osalta.

Johtopäätökset painottuvat rakennusmääräysten muutosten vaikutuksesta kasvaneeseen LVI-suunnittelijan vastuuseen ja työtehtävien lisääntymiseen. Uusien rakennusmääräysten puhdas asetusteksti antaa suunnittelijalle kuitenkin myös vapauksia luoviin ratkaisuihin, sillä aiemmin rakennusmääräysten osana olleet ohjeet ovat poistuneet ja näin ollen niiden velvoittavuuskin on poistunut.

## ASIASANAT:

Rakennusmääräys, ilmanvaihto, vesi- ja viemärlaitteisto, paloturvallisuus, muutos

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2018 | 40 number of pages ,13 number of pages in appendices

Ville Juhola

# IMPACTS OF THE CHANGING NATIONAL BUILDING CODES OF FINLAND; D1, D2 AND E7; ON THE HVAC DESIGN OF BUILDING CONSTRUCTION

The aim of this thesis was to introduce the effects of the new regulations on the HVAC design of building construction. The thesis deals with the regulations of the Ministry of the Environment on water and sewer systems and the indoor climate and ventilation of a new building. The changing sections of the Fire safety of ventilation guide have also been highlighted in the commenting phase.

The changes in building regulations were compared to Optiplan Oy's designed reference building. The reference object has been a block of flats including 36 flats that has been built in Turku in spring 2018. The effects have been presented both for the entire block of flats as well as for one apartment.

The conclusions focus on the impact of the changes in building regulations on the increased responsibility of HVAC designers and the increase in work tasks. The simple text of decree of the new regulations on the HVAC design of building construction gives opportunities to a designer to make creative solutions because the guidelines are no more the part of the regulation text.

## KEYWORDS:

Regulations, ventilation, water supply and sewerage equipment, fire safety, change

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 KOHTEEN ESITTELY</b>	<b>8</b>
<b>3 ILMANVAIHDON KÄYTTÖÖNOTON SEURANTA</b>	<b>10</b>
3.1 Määräykset	10
3.2 Referenssikohde	11
<b>4 UUDISTUNEEN D1:N VAIKUTUS LVI-SUUNNITTELUUN</b>	<b>13</b>
4.1 Määräykset	13
4.2 Vaikutukset referenssikohteessa	16
<b>5 UUDISTUNEET ILMANVAIHDON SUUNNITTELUPERUSTEET</b>	<b>18</b>
5.1 Määräykset	18
5.2 Asuinrakennuksen ilmanvaihdon mitoituskriteerit uudessa oppaassa	24
5.3 Ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella	27
5.4 Vaikutukset referenssikohteessa	29
<b>6 UUDISTUNEET PALOMÄÄRÄYKSET</b>	<b>34</b>
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>39</b>

## LIITTEET

Liite 1 Ilmanvaihtolaitoksen mittauspöytäkirja

## KAAVAT

Kaava 1. Ihmisen hiilidioksidin tuotto (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11).	27
Kaava 2. Monsteller kehon pinta-ala (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11).	28
Kaava 3. ilmavirta hiilidioksidikuormituksen perusteella (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11).	28

## KUVAT

Kuva 1. Arkkitehdin, Arosuo Arkkitehdit, leikkauskuva rakennuskohteesta	8
Kuva 2. Referenssikohteen asunto A16 (Optiplan Oy)	32

## TAULUKOT

Taulukko 1. Poistoilmaluokan 3, tavallinen asuinhuoneisto, vaatimukset seinäulospuhalluksessa (Talotekniikkainfo 2018, 35)	21
Taulukko 2. Asunnon normaalin käyttötilanteen ilmavirrat (FINVAC ry 2017, 6)	26
Taulukko 3. Hiilidioksidin tuotto ihmisen toimintaan perustuen (FINVAC ry 2017, 24)	27
Taulukko 4. Ilmamäärät referenssikohteessa	30
Taulukko 5. Ulospuhalluksen etäisyysvaatimukset (Talotekniikkainfo 2018, 33)	31
Taulukko 6. Ilmavirtojen mitoitusohjeiden eroavaisuudet	36
Taulukko 7. Suunnitellut ilmavirrat referenssikohteessa	37
Taulukko 8. Referenssikohteen ilmavirrat tehostuksella liesikupupoiston ollessa 25 l/s	37

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
$V'_{CO_2}$	yhden henkilön hiilidioksidin tuotto tilavuusvirtana (l/s)
RQ	hengitysosamäärä
M	fyysinen aktiivisuus (met)
$A_{keho}$	kehon keskimääräinen pinta-ala (m <sup>2</sup> )
W	henkilön massa (kg)
H	henkilön pituus (cm)
$q_{ulko}$	ulkoilmavirta (l/s)
$q_{korvaus}$	korvausilmavirta (l/s)
$q_{poisto}$	poistoilmavirta (l/s)
$C_{ulko}$	ulkoilman hiilidioksidipitoisuus (ppm)
$C_{korvaus}$	korvausilman hiilidioksidipitoisuus (ppm)
$C_{poisto}$	sisäilman suunnitteluarvo hiilidioksidipitoisuudelle (ppm)
G	henkilöiden hiilidioksidituotto tilaan (l/s)
LTO	lämmöntalteenotto

# 1 JOHDANTO

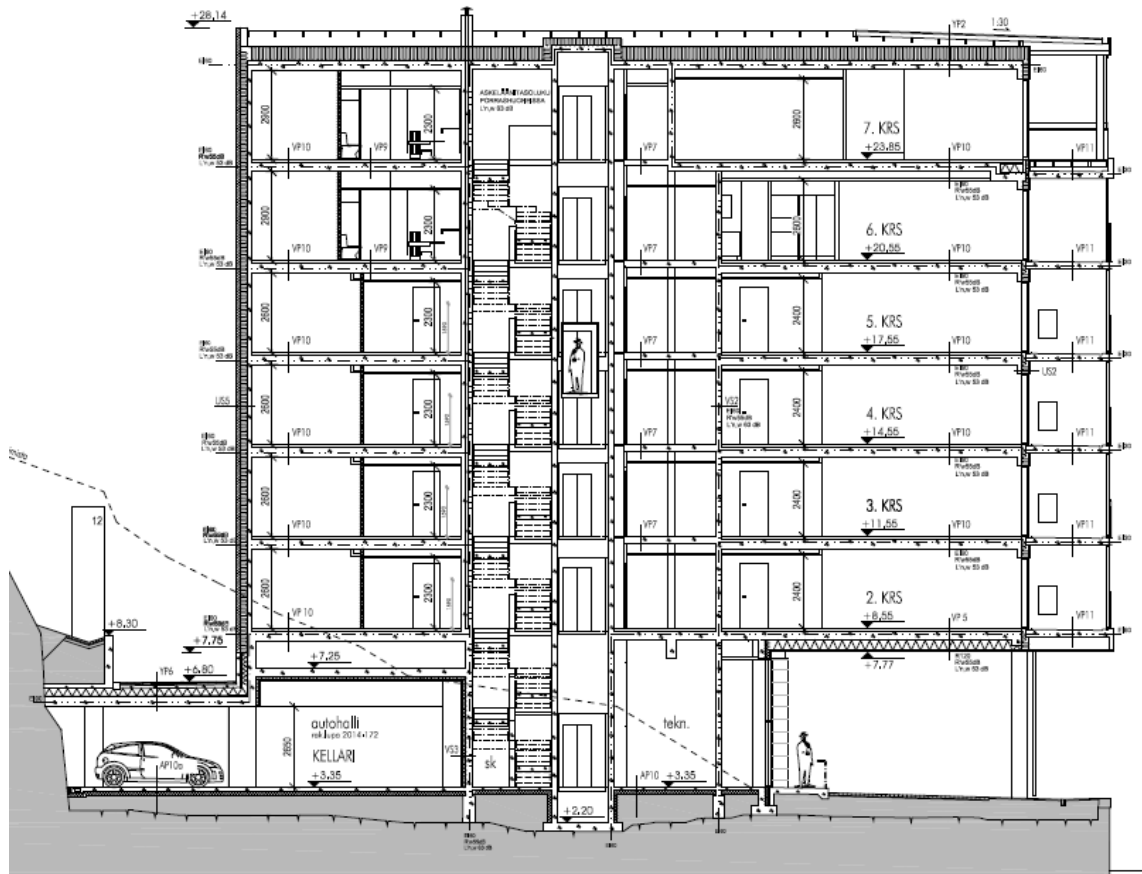
Rakennusmääräykset muuttuivat vuodenvaihteessa 2018 asetustekstipohjaisiksi vuonna 2013 tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen (958/2012) mukaisesti. Kyseisen muutoksen myötä käynnistettiin tarveselvitykset ja tutkimukset määräysten päivittämiseksi. Tavoitteena oli joustavoittaa määräyksiä hallituksen norminpurkutalkoon hengessä ja antaa suunnittelijoille vapaammat kädet tuottaa luovia ratkaisuja asetusten mukaisesti. Kaikkiaan 11 rakennusmääräystä sai vuoden 2018 alussa uuden asetustekstipohjaisen asunsa päivitetyllä sisällöllä. Muutoksessa ympäristöministeriön julkaisemista lakitekstipohjaisista määräyksistä poistettiin ohjeet, joita tähän asti oli käytetty suunnittelun ohjeistuksena. Nyt ohjeita on laadittu muun muassa Talotekniikkateollisuuden johtamassa avoimessa työryhmässä. Näillä ohjeistuksilla pyritään pitämään suunnittelukriteerit yhtenäisinä paikkakunnista ja suunnittelijoista riippumatta. Ohjeet esittävät kuitenkin vain yhden hyväksytyn tavan suunnitelman tekemiseksi. Ohjeistuksista huolimatta rakennusvalvonnan ohjausmahdollisuus pysyy kuitenkin ennallaan.

Edellä mainituista 11 uudistuneesta rakennusmääräyksestä tässä opinnäytetyössä käsitellään seuraavia kahta ympäristöministeriön asetusta: vesi- ja viemärilaitteisto sekä uuden rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto. Käsittelyssä on myös ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuusopas, joka on tehty ympäristöministeriön rakennusten paloturvallisuus -asetuksen soveltamisen tueksi. Tavoitteena on selvittää näiden edellä mainittujen uusien asetusten vaikutuksia LVI-suunnitteluun.

Rakennusmääräysten muutoksia peilataan Turkuun Aurajoen rannalle vuonna 2018 valmistumassa olevaan asuinkerrostaloon. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Optiplan Oy vastaa asuinkerrostalon suunnittelussa rakennesuunnittelusta ja LVI- ja RAU-suunnittelusta. Kohteen rakentajana on rakennusliike Lemminkäinen Oy. Työssä esitetään referenssikohdetta apuna käyttäen, miten uudet rakennusmääräykset vaikuttavat LVI-suunnitteluun.

## 2 KOHTEEN ESITTELY

Rakennuskohde pitää sisällään yhden 1-portaisen asuinkerrostalon (kuva 1). Talossa on seitsemän kerrosta, joissa huoneistoja on yhteensä 36 kappaletta. Lisäksi asuinrakennukseen kuuluvat irtaimistovarastot, tekniset tilat ja väestönsuoja. Rakennuksen lämmönlähteenä käytetään pääasiassa maalämpöpumppua, mutta rakennus liitetään myös paikallisen energiayhtiön kaukolämpöverkkoon. Asuinhuoneistojen lämmitys hoidetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä. Maalämpölaitteistolla tuotetaan myös asunnoissa tarvittava jäähdytys.



Kuva 1. Arkkitehdin, Arosuo Arkkitehdit, leikkauskuva rakennuskohdesta



Vesi- ja viemärijärjestelmän osalta rakennus on liitetty kaupungin vastaaviin verkostoihin. Talon nousuviemärit ovat tehdasvalmisteisissa betonielementtihormeissa. Lämmitysputket ovat sinkittyä terästä yleisissä tiloissa, ja huoneistoissa käytetään muoviputkea. Talousvesiverkoston vesijohdot on tehty saumattomasta kupariputkesta ja suoja-putkeen asennetusta muoviputkesta. Saumattomat kupariputket on eristetty porrashuoneen osalta. Jokaisessa asunnossa on huoneistokohtaiset etäluettavat vesimitarit.

Rakennus on varustettu huoneistokohtaisilla tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteilla. Asuntojen kokonaisilmanvaihtoa voidaan tehostaa erillisellä 3-portaisella säätimellä. Ruuanlaittoilanteessa keittiön liesikuvun poistoa tehostetaan liesikuvussa sijaitsevalla läpällä. Porrashuoneen ja hissikuilun tuuletus tapahtuu huippuimurilla. Asuntojen lämmönlämmön hallinnan helpottamiseksi huoneistoihin on asennettu puhallinkonvektorit, joihin kylmä tuotetaan maakyilmänä.

## 3 ILMANVAIHDON KÄYTTÖÖNOTON SEURANTA

### 3.1 Määräykset

Referenssikohteen rakennuslupa on haettu vuonna 2014, joten suunnitelmissa on noudatettu rakennusten sisäilmaston ja ilmanvaihdon määräyksiä ja ohjeita vuodelta 2012. Kohteessa on hajautettu asuntokohtainen lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteisto.

Määräykset koskien ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnon varmistamista ja käyttöönottoa olivat seuraavanlaiset (Ympäristöministeriö 2011, 22.):

- Järjestelmän tiiviys on tarkastettava ja tarvittaessa mitattava. Tarkastuksesta ja mittauksesta liitetään selvitys rakennustyön tarkastusasiakirjaan.
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus on tarkastettava ja järjestelmä on tarvittaessa puhdistettava ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä.

Kanaviston tiiviyn mittaauksessa noudatetaan standardia SFS 3542. Yleensä kanaviston tiiviys mitataan koko ilmanvaihtojärjestelmän osalta. Poikkeuksena tähän on, että yhtä asuntoa palvelevissa ilmanvaihtojärjestelmissä tiiviyskoe voidaan korvata asennustarkastuksella, mikäli kanavisto on kokonaisuudessaan tehty vähintään C-tiiviysluokan kanavaosista, jotka on testattu ja tarkastettu. Mikäli kohteessa on vähintään tiiviysluokan A ilmanvaihtokone ja se toimitetaan kokonaisuutena tai osina niin, että siihen tehdään liitoksia enintään kaksi tuloilmapuolelle ja/tai poistoilmapuolelle, ei kohteessa tarvitse tehdä tiiviyskoetta. Yleensä rakennusvalvonta vaatii tiiviyskokeet kaikille ulospuhallusilmakanaville ja pistokokeen omaisesti joillekin tuloilmakanaville. (Ympäristöministeriö 2011, 22.)

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkölaitteiden toiminta tarkistetaan lopullisia virtayhteyksiä käyttäen sulakkeet kiinnitettynä. Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä. Ennen kokeiden aloitusta tulee tarkastaa, että rakennuksen keskeneräisyydestä ei aiheudu mittausepä tarkkuuksia ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin. Rakennuksen riittävästä puhtaudesta tulee varmistua ennen toimintakokeiden aloitusta, tiloissa ei saa tehdä tämän jälkeen enää pölyäviä rakennustöitä, IV-koneen suodattimet tulee olla asennettuina sekä ovien ja ikkunoiden tulee olla paikoillaan. Puhtaus tarkistetaan vähintään silmämääräisesti ja siitä tulee tehdä kirjaus rakennustyön tarkastusasiakirjaan. (Ympäristöministeriö 2011, 23.)

Ilmavirtojen säätö suoritetaan normaalia suunnittelutilannetta vastaavilla normaalin käyttötilanteen tehostamattomilla ilmavirroilla. Säätolaitteiden asetus suoritetaan vastaamaan eri vuodenaikojen keskimääräisiä olosuhteita. Oikeat painesuhteet todetaan ilmavirta- ja paine-eromittauksin tai savukokein. (Ympäristöministeriö 2011, 23.)

Ilmanvaihtojärjestelmän virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniset suoritusarvot mitataan vähintään järjestelmän käyttöajan tehostamattomalla mitoitusilmavirralla ja asunnoissa myös tehostetulla mitoitusilmavirralla. Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista ovat seuraavanlaiset (Ympäristöministeriö 2011, 23.):

- ilmavirta järjestelmäkohtaisesti  $\pm 10 \%$ ;
- ilmavirta huonekohtaisesti  $\pm 20 \%$ ;
- ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä  $+ 0,05 \text{ m/s}$ ;
- sähköteho  $+ 10 \%$ ; sekä
- lämmitysteho  $-10 \%$ .

Hyväksyttävät poikkeamat pitävät sisällään mittausepävarmuuden, joka sisältää mittauksien poikkeaman. Mittaukset ja ilmanvaihtojärjestelmän säätäminen tehdään voimassa olevien standardien mukaisesti, vaatimuksia mitaamiseen on esitetty muun muassa standardissa SFS-EN 12599. (Ympäristöministeriö 2011, 23.)

Vertailun vuoksi uuden asetuksen mukaisesti hyväksytyt poikkeamat suunnitelmanmukaisuuden toteutamisessa ovat (Ympäristöministeriö 1009/2017, 9):

1. Ilmavirta järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti  $\pm 10 \%$
2. Ilmavirta huonekohtaisesti  $\pm 20 \%$ , poikkeaman ollessa aina vähintään  $1 \text{ l/s}$
3. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho  $+ 10 \%$

Kohta 2 helpottaa säätöä erityisesti pieniä ilmavirtoja mitattaessa ja säädettäessä.

### 3.2 Referenssikohde

Ilmanvaihtolaitteistojen säätötyö referenssikohteessa suoritettiin 19.4.2018, ja sen teki Ilmateam Oy. Mittauspöytäkirjan (liite 1) perusteella voidaan todeta, että suurimmaksi osaksi säädetyt arvot vastaavat suunnitelmia. Esimerkiksi kohdassa 5.4 esimerkkinä käytetyssä asunnossa 16 säätö on onnistunut varsin hyvin. Poistoilmavirrallat vastaavat täysin suunniteltuja arvoja, olohuoneen tuloilmavirta eroaa  $1 \text{ l/s}$  suunnitellusta. Suurimmat eroavaisuudet suunniteltujen ja säädettyjen arvojen välillä on asunnossa nume-

ro 36. Tässä kokonaistuloilmavirta on jäänyt 6 l/s suunniteltua alhaisemmaksi, eroa on noin 6,2 %. Kokonaispoistoilmavirta taas on suunniteltua arvoa 3 l/s suurempi.

## 4 UUDISTUNEEN D1:N VAIKUTUS LVI-SUUNNITTELUUN

### 4.1 Määräykset

Käytöstä poistunut ympäristöministeriön asetus, RakMk D1, kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistosta astui voimaan 1.7.2007 ja päivittyi 1.1.2018 asetukseksi, joka täyttää nykyisen lainsäädännön vaatimukset. Lakiteknisten muutosten lisäksi uudet asetukset sisältävät päivityksiä, joilla pyritään vastaamaan nykypäivän kiristyneisiin vaatimuksiin. Uusi asetus koskee uudisrakentamisen lisäksi laajennuksia, korjaus- ja muutostöitä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta. Tämä tulee voimaan jos remontille yms. vaaditaan rakennuslupa.

Suunnittelijan vastuuta on korostettu uudessa vesi- ja viemäriasetuksessa aiempaa enemmän. Useissa pykälissä korostetaan muun muassa erityissuunnittelijan velvollisuutta tehtäviensä mukaisesti huolehtia turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyyteen ja energiatehokkuuteen liittyvistä seikoista. Määräystasolle on nostettu veden laadun varmistaminen laitteiston teknistä valintaa ajatellen. Tällä ehkäistään muun muassa laitteiston nopeaa syöpymistä eroosiokorroosion myötä, ja näin ollen säästytään suuremmilta korjauskustannuksilta rakennuksen käyttövaiheessa. Yleisesti ottaen vesilaitoksen tarjoama vesi on määräykset täyttävää. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017.)

Pykälän 3 mukaisesti vesi- ja viemärlaitteistossa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit on käytävä ilmi rakennuskohteen suunnitelmasta. Vesijohtopainetta muutettaessa erityissuunnittelijan on laadittava painehäviölaskelma. Mikäli jakojohdossa vedenpaine ylittää 500 kPa, tulee käyttää paineenalennusventtiiliä, jolla paine alennetaan vesilaitteiston mitoituksen edellyttämälle tasolle. Useimmiten korkeissa rakennuksissa tulee kuitenkin vastaan paineen riittämättömyys ja silloin joudutaan turvautumaan paineenkorotuspumppuun. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 6.)

Talousveden osalta kylmävesilaitteistossa olevan veden lämpötila on nostettu määräystasolle. Kylmän veden lämpötila saa pykälän 6 mukaan olla korkeintaan 20 °C. Poikkeuksena sallitaan, että kahdeksan tunnin käyttämättömän ajanjakson jälkeen veden lämpötila saisi olla enintään 24 °C. Lämpimän veden osalta lämpötilaan ei tullut muutosta, 55 °C (suunnittelussa käytetään usein 58 °C), mutta tämän on toteuduttava ver-

koston kaikissa osissa vesipisteestä saatavan lämpimänveden odotusajan, 20 sekuntia (aiemmin 10 sekuntia), puitteissa. Lämpimän käyttöveden lämpötilan takaamiseksi aiemmin sallitut lämmönluovuttimet, kuten rättipatterit (lämpimän veden kiertojohto), on nyt kielletty korjausrakentamista luukun ottamatta. Korjausrakentamisessa kiertojohtoon liitettävät lämmönluovuttimet sallitaan, jos niitä korjattavassa kohteessa on aiemminkin ollut. Tällöin lämmönluovutusteho saa olla korkeintaan 200 W huonetilaa kohden. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 4.)

Vesijohtoveden lämpötilasta on ohjeistettu asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osassa 3, että lämpimän käyttöveden jaksottainen tulistus ei täytä vaatimusta lämpimän käyttöveden lämpötilan ylläpitämisestä. Mikäli veden lämpötila jää syklin jossakin vaiheessa alle asetetun arvon, joka on asumisterveysasetuksen mukaan 50 celsiusastetta (Valvira 2016, osa 1, 16). Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot -oppaassa ohjeistetaan, että vesijärjestelmä tulisi suunnitella siten, että pitkiltä veden seisontajaksoilta välttyttäisiin. Toisin sanoen vesipisteitä tulisi käyttää säännöllisesti ja vesipisteen etäisyys jakotukista tulisi minimoida. Kylmää vettä tulisi juoksuttaa ennen juomista tai ruoanlaittoon käyttöä. (Talotekniikkainfo 2018, 11.)

Vesilaitteiston käyttövarmuuteen liittyen määräystasolle on nostettu se, että rakenteissa sijaitsevien kytkentäjohtojen on oltava saumattomia ja pystyjakojohtoissa on oltava mekaaniset tai rakenteelliset vuodonilmaisimet kerroksittain, jos jakojohdot eivät ole näkyvissä. Vesilaitteiston sulku- ja varolaitteiden sijainnit on myös nostettu aiemmista ohjeista määräystasolle. Samoin aiemmin ohjetasolla olleet vesilaitteiston mittaus- ja säätölaitteet on siirretty uuteen asetukseen määräystasolle. Tarvitaan siis painemittari, lämpömittarit lämpimän veden johtoon ja kiertojohtoon sekä kertasäätöventtiilit. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 5–6.)

Uusi asetus määrää, että huoneistokohtaiset vesimittarit tulee asentaa siten, että ne ovat helposti luettavissa ja asennettavissa. Huoneistokohtaisia vesimittareita pitää myös pystyä käyttämään laskutuksen perusteena. Tällöin tulee ehdottomasti noudattaa valmistajan antamia asennusohjeita, suunnittelijan tulee siis varata riittävä tila mittarin asennukseen. Huoneistokohtaiset vesimittarit tulisi myös asentaa asunnon puolelle, jolloin lämpimän käyttöveden odotusaika saadaan minimoitua. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 4–5.)

Jätevesiviemärintiin liittyen määräyksiin on nostettu lattiakaivolla varustettavien tilojen luettelo, jätevesipumppaamoon liittyvät ohjeet ja tuuletusviemärin eristäminen kylmäs-

sä tilassa. Kuivakaivoista mainitaan, että yhteen lattiakaivoon voidaan liittää kaksi kuivakaivoa, joiden etäisyys liittyvästä lattiakaivosta on enintään kolme metriä. Lattiakavolliset tilat tulee aina varustaa vedeneristyksellä. Viemärien kunnostukseen liittyen määrätään, että pinnoittamalla tai sukittamalla korjatun viemärin kannakkeiden kunnosta tulee varmistua siten, että ne kestävät korjatun viemärin käyttämisestä aiheutuvat rasitukset. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 8.)

Jätevesilaitteiston käyttövarmuus -luvussa määrätään, että pohjavesialueella sijaitsevan paineviemärin vuodon tulee olla havaittavissa. Tämä tulee toteuttaa tilanteeseen parhaiten sopivalla tavalla esimerkiksi asentamalla paineviemäri suojaputkeen. Viemärien sijoituksesta mainitaan, että maassa sijaitsevat vesijohdot ja viemärit on pystyttävä helposti tunnistamaan toisistaan ja viemärit tulisi sijoittaa vesijohtojen alapuolelle. Vesijohtoon tulee olla routasyvyyden alapuolella tai sen jäätyminen tulee estää muilla keinoilla. Hulevesijärjestelmän suunnitteluun liittyen määrätään, että ensisijainen ratkaisu hulevesien poisjohtamiseksi on niiden viivyttäminen ja imeyttäminen tontilla. Useimmiten tontin rajallisuudesta johtuen, hulevesiä johdetaan ainakin osittain kaupungin hulevesiviemäriin tai vesistöön. Rakennuksen sisäpuolisen hulevesiviemärin tiiviys tulee tarkistaa ja varmistua sen kiinnityksen kestävydestä. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 9–10.)

Kuntaliiton julkaisemassa hulevesioppaassa luetellaan seuraavat yleiset periaatteet hulevesien hallintaan ja suunnitteluun (Suomen kuntaliitto 2012, 83–84.):

- Hulevesien muodostumisen estäminen
- Hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
- Johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- Johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille, esimerkiksi kosteikkoihin
- Johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

Mainittakoon, että vesilaitteiston käyttöönottoon liittyen erityisalan työnjohtajan ja rakennusvaiheen vastuuhenkilön velvollisuuksista on määrätty uudessa asetuksessa. Asetuksessa määrätään selkeät vastuut kyseisille henkilöille liittyen tiiviiden toteutukseen; vesilaitteiston huuhteluun, puhdistukseen ja desinfiointiin; vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittaukseen ja säätöön sekä lämpimän käyttöveden kiertojohdon virtaaman mittaukseen ja säätöön. (Ympäristöministeriön asetus 1047/2017, 7.)

#### 4.2 Vaikutukset referenssikohteessa

Asuntokohtaiset muutokset vesi- ja viemärlaitteistolle jäävät vähäiseksi. Asuntokohtaiset vesimittarit kohteessa on suunniteltu oikeaoppisesti asunnon sisälle, jolloin lämpimän veden odotusaika tulee minimoitua. Tällöin lämpimän veden kiertojohto saadaan ulotettua lähemmäs huoneistokohtaista jakotukkia. Mikäli näitä huoneistokohtaisia vesimittareita käytetään laskutuksen perusteena, asennusohjeita tulee noudattaa tarkkaan ja näyttölaitteen tulee olla oikeaan suuntaan. Etäluettavien vesimittarien koestuksesta on esitettävä erillinen pöytäkirja. (Talotekniikkainfo 2018, 15.)

Uuden asetuksen mukaisesti erityissuunnittelijan tulee varmistua rakennukseen johdettavan veden laadusta teknistä suunnittelua ajatellen. Kuitenkaan asetuksessa ei ole esitetty kriteerejä ei-syövyttävälle vedelle tai syöpymistä aiheuttaville veden laadullisille tekijöille. Vesilaitoksen toimittama vesi voi siis käytännössä olla syövyttävää vaikka se terveydellisesti olisikin moitteetonta. (Talotekniikkainfo 2018, 8.)

Uudessa asetuksessa määrätään erityissuunnittelijan tehtäväksi laatia vesilaitteiston painehäviölaskelma. Mikäli vedenpaine jakojohdossa ylittäisi 500 kPa, olisi käytettävä paineenalennusventtiiliä paineen alentamiseksi mitoituksen edellyttämälle tasolle. Referenssikohteessa vesilaitoksen ilmoittama käytettävissä oleva painetaso on +52 metriä vesipatsasta. Tonttijohdon ja vesimittarin vastuksista ja vesimittarin korkeusasemasta johtuen kohteessa ei tarvitse käyttää paineenalennusventtiiliä.

Kylmän käyttöveden lämpötilavaatimus saattaa aiheuttaa roilossa eristämistarvetta, jotta veden lämpötila saataisiin pidettyä alle 20 °C. Eristämisvaatimusta tukee myös lämpimän käyttöveden lämpötilavaatimus, sillä sen lämpötila ei saa laskea järjestelmän missään osassa alle 55 °C legionellabakteeririskin vuoksi. Tämä tulee esiin erityisesti roiloissa (roiloksi kutsutaan yleensä pystysuoraa tilaa, johon sijoitetaan ilmakehän putkia ja johtoja). Roilossa lämpimän veden ja lämminvesikierron luovuttama lämpömäärä nostaa kylmän veden lämpötilaa, jolloin ongelmia saattaa aiheutua varsinkin kesällä. Mikäli vesijohtovettä tehdään esimerkiksi järven pintavedestä, joka on jo lähtökohtaisesti lämmintä, saattaa kylmän veden lämpötila nousta määräyksen tasoa korkeammaksi lyhyenkin seisontajakson aikana. (Talotekniikkainfo 2018, 11.)

Lämpimän käyttöveden jakojohdojen ja kiertovesiputket tulisi suunnitella siten, että niiden eristekerroksen lämmönvastus on vähintään 1 (m<sup>2</sup>K)/W. Tähän päästään muun



muassa käyttämällä lämpöeristettä, jonka lämmönjohtavuus on 0,05 W/(mK). Tällöin lämmöneristeen paksuuden tulee olla 50 mm. (Talotekniikkainfo 2018, 12.)

Uuden asetuksen mukainen määräys saumattomista kytkentäjohdoista toteutuu koh-teessa. Pystyroiloissa vaaditaan kuitenkin mekaanisia tai rakenteellisia vuodonil-maisimia kerroksittain. Tämä voidaan toteuttaa kerroksittain kallistamalla ja vesieristä-mällä vesijohtojen läpivientivalut ja tekemällä koteloon reikä, jolloin vuotovesi on havait-tavissa. Toinen toteutustapa on kerroskohtaiset tuotehyväksytyt vuotokupit, joista vuo-toletku sitten johdetaan alempaan kerrokseen paikkaan, jossa vuoto voidaan havaita. (Talotekniikkainfo 2018, 19.)

Rakennuksen ulkopuolella uusi asetus muuttaisi hulevesijärjestelmää. Alkuperäisen suunnitelman mukaan hulevedet johdetaan kaupungin hulevesiviemäriin, mutta uusi määräys velvoittaa ensisijaisesti imeyttämään ja viivyttämään hulevedet kiinteistöllä. Hulevesioppaassa esitetään seuraavat keinot hulevesien käsittelyyn (Suomen kuntaliit-to 2012, 83–84.):

1. Muodostumisen estäminen ja määrän vähentäminen
  - a. rakennettujen pintojen määrän vähentäminen
  - b. imeyttäminen maaperään
  - c. haihduttamalla kasvillisuuden avulla
  - d. pintavalunnalla siirtäminen
2. Viivyttäminen ja käsittely
  - a. Viivytytys avouomissa, altaissa, lammikoissa ja kosteikoissa
  - b. Käsittely tapahtuu kiintoainetta laskeuttamalla ja suodattamalla.

Hulevesien imeytys tulee tapahtua riittävän kaukana rakennuksen perustuksista, jotta vältetään imeytettävän veden siirtymiseltä perustuksiin ja täten ylimääräiseltä salaoja-järjestelmän kuormittamiselta. Salaojavedet tosin voidaan johtaa hulevesijärjestelmään, mutta sitä ennen ne kootaan salaojien kokoojakaivoon ja tästä vielä perusvesikaivoon. Perusvesikaivoon on hyvä laittaa padotusventtiili, jotta vältetään takaisinvirtaukselta. Tämä onkin pakollista, mikäli salaojien liitosputki perusvesikaivossa on alempana kuin hulevesiviemärin padotuskorkeus. (Talotekniikkainfo 2018, 43–48.)

## 5 UUDISTUNEET ILMANVAIHDON SUUNNITTELUPERUSTEET

### 5.1 Määräykset

Ympäristöministeriö tilasi D2-säädöksen uusimistarvetta koskevan selvityksen SuLVI ry:ltä talvella 2014 ja asetti 13.1.2015 lainsäädäntöhankkeen lähes nollaenergiarakentamiseen siirtymisestä. Lausunnot pyydettiin 7.11.2016 mennessä kolmesta asetuksesta: uuden rakennuksen energiatehokkuus, uuden rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto, ja rakennuksissa käytettävät energiamuotojen kertoimien lukuarvot. Nämä asetukset ovat sidonnaissuhteessa keskenään, sillä energiatehokkuuteen pyrittäessä halutaan välttää mahdolliset haittavaikutukset, kuten riittämätön ilmanvaihto. Uusi asetus astui voimaan 1.1.2018 muutoksineen. Asetus sisältää vain määräystekstit ja ohjeet on kerätty omaksi erilliseksi dokumentiksi. Erityispiirteenä uudessa asetuksessa on, että se koskettaa myös rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan liisäämistä. (Ympäristöministeriö perustelumuistio asetukseen 1009/2017, 1.)

Tällä uudella asetuksella vastataan maankäyttö- ja rakennuslain muuttuneisiin vaatimuksiin ja kevennettäisiin sääntelyä norminpurkutalkoon hengessä. Aiemmin mainitulla lähes nollaenergiarakentamisella saavutetaan energiasäästöjä tinkimättä sisäilmaston laatutavoitteista. (Ympäristöministeriö perustelumuistio asetukseen 1009/2017, 1.)

Rakennuksen sisäilmaston osana ovat edelleen ääniolosuhteet, mutta näitä koskevat määräykset on siirretty ympäristöministeriön asetukseen rakennuksen ääniympäristöstä. Uuden rakennuksen taloteknisistä laitteista tai hissistä aiheutuva keskiäänitaso ei saisi ylittää 28 dB(A) ja enimmäisäänitaso 33 dB(A) asuin-, majoitus- tai potilashuoneissa. Asuinrakennuksessa harrastetilan tai keittiön keskiäänitason ei tulisi ylittää 33 dB(A) ja enimmäisäänitason vaatimusta 38 dB(A). (Ympäristöministeriö 796/2017, 5 §.) Kyseiset arvot vastaavat RakMk D2 2012 äänitasovaatimuksia.

Uudessa asetuksessa muutokset alkavat jo sanojen määritelmistä. Termi ”käyttöaika” muutettiin muotoon ”suunniteltu käyttöaika”, jolla pyritään tuomaan esille ero suunnittelussa arvioidun ja toteutuvan käytön välille. Myös termi ”jäteilma” vaihdettiin kuvaavammaksi ”ulospuhallusilma”. Oleskelutilan määritelmässä aikamäärettä ”pitempään kuin tilapäisesti” tarkennettiin seuraavanlaisesti ”yli 30 minuutin yhtäjaksoinen oleskelu”. Sisäilmasto määriteltiin ”rakennuksessa vaikuttavien kemiallisten, fysikaalisten ja

mikrobiologisten olosuhteiden muodostama kokonaisuus”. Ulkoilma määriteltiin seuraavasti ”ilmanvaihdon kautta ulkoa sisätiloihin hallitusti johdettu ilma”. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 1–2.)

Pykälä sisäilmaston suunnittelusta ja rakentamisesta noudattelee vanhan asetuksen määräyksiä. Kohtaan on kuitenkin nostettu ohjeesta määräystasolle keinoja terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston aikaansaamiseksi. Lisäyksenä on myös säännöksen velvoitteiden kohdentuminen pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan tehtäviksi toimenkuviansa mukaisesti. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 2.)

Huonelämpötilan suunnittelussa yleisenä suunnitteluarvona säilyy 21 °C. Vaihtelua kyseiseen arvoon kuitenkin sallittaisiin entistä tiukemmissa rajoissa suunniteltaessa huonelämpötilan hallintaan käytettäviä keinoja, laitteita, säätö- ja automaatiojärjestelmiä sekä edellä mainittujen toimintaa. Huonelämpötilan vaihteluväliksi sallittaisiin lämmityskaudella 20–25 °C (aiemmin 21 °C) ja lämmityskauden ulkopuolella 20–27 °C (aiemmin 23 °C, mutta tämä voitiin ylittää 5 celsiusasteella, jos ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvo ylitti 20 °C). (Ympäristöministeriö 1009/2017, 3.)

Sisäilman laatua koskeva pykälä noudattelee vanhan asetuksen mukaista määräystä, mutta mukaan on nostettu ohjetasolta vaatimus suunnitellun käyttöajan hiilidioksidipitoisuuden hetkellisestä maksimiarvosta. Tämä on ilmoitettu ulkoilman hiilidioksidipitoisuuteen verrannollisena, se voi olla hetkellisesti korkeintaan 800 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Täydennyksenä pykälässä on, että jos rakennustuotteet eivät ole vähäpäästöisiä, on niistä aiheutuvien päästöjen tarvitsema lisäilmanvaihto otettava huomioon ilmavirtoja mitoitettaessa. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 3.)

Sisäilman kosteuspykälään ei tullut muutoksia. Sisäilman kosteuden tulee pysyä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa. Sisäilman kosteus ei saa aiheuttaa kosteusvaurioita tai mikrobien kasvua ja terveydellistä haittaa tulee välttää. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 3.) Valvira ohjeistaa sisäilman suhteellisen kosteuden tavoiteltavaksi tasoksi lämmityskaudella 30–40 %. Lämmityskaudella tätä tavoitetasoa korkeampi kosteus kertoo useimmiten riittämättömästä ilmanvaihdosta (Sosiaali- ja terveysministeriö 545/2015).

Valaistusolosuhteita koskevaan pykälään nostettiin edellisen asetuksen ohjeteksti, joka koskee valaistuksen ryhmittelyä, energiansyöttöä ja ohjausta vaihtelevien toiminto-

jen ja luonnonvalon määrän mukaisesti. Kyseistä pykälää tarkennettiin myös koskemaan suunniteltua käyttöaikaa. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 4.)

Yleisesti ilmanvaihtoa koskevassa pykälässä ei ole muutoksia aiempaan asetukseen. Ulkoilmavirran mitoituksessa peruskriteerit 6 (l/s)/hlö, jos tilan käyttötarkoituksesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta, esimerkiksi haju- tai kosteuskuormituksen vuoksi, ja 0,35 (l/s)/m<sup>2</sup> pysyvät muuttumattomina. Tarkennuksena pykälässä on suunniteltu käyttöaika. Asuinhuoneiston ulkoilmavirraksi on mitoitettava uuden määräyksen mukaan kuitenkin aina vähintään 18 l/s. Ilmavirtojen ohjausta koskevassa pykälässä aiemmin ohjeena olleet tekstit on tuotu määräystasolle. Muun muassa tehostusvaatimus (min 30 % suunnitellusta arvosta), ja tarvittaessa mahdollisuus ilmavirtojen pienentämiseen (max 60 % suunnitellusta arvosta) suunnitellun käyttöajan ulkopuolella, mikäli rakennukseen tuodaan kuitenkin perusilmavirta 0,15 (l/s)/m<sup>2</sup>. Pykälän neljäs momentti on uusi säännös. Mikäli voidaan käyttää laajennus ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämisessä jo olemassa olevaa ilmanvaihtojärjestelmää, rajataan nämä pykälän soveltamisalan ulkopuolelle. Kuitenkin vaatimuksena on, ettei sisäilman laatu heikkene rakennuksessa. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 4–5.)

Moottoriajoneuvosuojan ilmavirtoja koskeva liite 2 nostettiin nyt omaksi pykäläkseen, jossa kohdennettiin määräyksen velvoitteet erityissuunnittelijan tehtäviksi. Pykälä antaa edellytykset aiempaa tarkemmalle mitoitukselle, jolloin voidaan ottaa huomioon muun muassa moottoriajoneuvosuojan lämpötila. Auton käynnistäminen lämmitetyssä autosuojassa vähentää päästöjä, koska tällöin myös moottorin lämpötila on, esimerkiksi talvella, ulkokäynnistystä korkeampi. Täten voidaan vähentää tarvittavia ilmavirtoja ja saavutetaan energiatehokkaampi rakennus. Usein moottoriajoneuvosuojissa käytetään hiilimonoksidi pitoisuuden mukaan säätyvää ilmanvaihtojärjestelmää. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 5.)

Ilmansuodatukseen liittyen uusi määräys vastaa edellistä asetusta, täsmennettynä ilmanvaihtojärjestelmän soveltuvuuden valinnalla ja määrittämällä nämä erityissuunnittelijan tehtäviksi. Poistoilmaluokan määräys on edeltävän RakMK D2 kyseisen osan ohjeesta, jossa määritellään luokkiin kuuluvien poistoilmojen epäpuhtauslähteet. Luokkia on neljä. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 5.)

Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittamista koskevaan pykälään tuli muutos koskien asuinhuoneistojen (poistoilmaluokka 3) ulospuhallusilman mahdollisuutta johtaa ulos myös rakennuksen seinään sijoitetusta ulospuhallusilmalaitteesta.

Tällöin suunnittelussa tulee ottaa huomioon ulospuhalluslaitteen etäisyys ulkoilmalaitteista, ulospuhallusilman riittävä nopeus ja äänentuotto. Seinäulospuhalluksen toimintaedellytyksistä on kerrottu sisäilmasto- ja ilmanvaihto-oppaassa (taulukko 1) etäisyys-, sijoittelu- ja laitevaatimukset poistoilmaluokan 3 ulospuhallusilman seinäulospuhallukseen. Poistoilmaluokan 1 ilmalle ei ole vastaavia vaatimuksia ulospuhallukseen liittyen, kuitenkin ilmaa ei pidä ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueelle. Myös äänitekniset vaatimukset tulee ottaa huomioon. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 5.)

Taulukko 1. Poistoilmaluokan 3, tavallinen asuinhuoneisto, vaatimukset seinäulospuhalluksessa (Talotekniikkainfo 2018, 35)

Vaatus	Vaatusen täytyminen
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla	vähintään 5 m/s
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys viereisistä seinistä	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys naapuritontista	vähintään 4 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta	vähintään 15 m
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin
Seinäpuhalluslaitteen toimivuus	varmistettu suunnitellussa käyttötarkoituksessa

Ulospuhalluksen toimivuutta arvioitaessa voidaan ottaa huomioon tehostustilanteen ilmavirta, mikäli rakennuksessa on muun muassa liesikuvun toiminnasta, märkätilojen käytöstä tai kosteuden poiston tarpeesta aiheutuvan tehostustarpeen tunnistava automatiikka (Talotekniikkainfo 2018, 35). Osassa Rakennusvalvontoja seinäulospuhallus koetaan tavallista ratkaisua haasteellisemmaksi sen sisältämän kosteuden vuoksi, esimerkiksi talvella kostea ilma tiivistyy rapattuun julkisivuun ja jäätyy. Tämä rapauttaa

seinää ja ajan mittaan rappaus saattaa tippua. Tästä syystä seinäpuhalluslaite tulee sijoittaa sellaiseen paikkaan, että ulospuhallusilman tasainen leviäminen on mahdollista.

Palautus-, siirto- ja kierrätysilmaa koskevassa määräyksessä velvoitteet kohdennetaan kuuluvaksi erityissuunnittelijan tehtäviin. Siirtoilman laadulle asetetaan vaatimuksia, joilla estetään epäpuhtauksien, erityisesti hajujen, haitallista leviämistä. Palautusilman käyttö tuloilman osana kielletään oppilaitosten opetustiloissa ja päiväkotien lepo-, leikki- ja ryhmähuoneissa. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 6.)

Epäpuhtauksien leviäminen lämmöntalteenottolaitteessa –pykälässä vastuu on kohdennettu erityissuunnittelijalle. Muutoksena aiempaan RakMk D2:een on, että LTO:ssa vuotoilman virtaussuunta saisi olla kaikissa poistoilmaluokissa, myös poistoilmasta tuloilmaan, mikäli voidaan tuloilman avulla taata sisäilman laadulle, kosteudelle ja ulkoilmavirranmäärälle asetetut vaatimukset. Tämä koskee yhtä tilaa tai yhtä asuntoa palvelevaa ilmanvaihtojärjestelmän LTO:ta. Lämmönsiirtimen tyyppin valintaan tuodaan vapaus myös silloin, kun se palvelee yhtä asuinhuoneistoa. Ennen tämä vapaus koski vain yhden tilan palvelua. Perustelumuiotiossa esitetään, että olisi hyödyllistä suodattaa myös poistoilmaa ennen LTO:ta, jos sen puhtautta ei suunnitella ylläpidettäväksi muilla keinoin. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 6.)

Ilman jako ja poisto vastaa aiemman asetuksen määräyksiä 3.6.1 ja 3.7.6. Ilmanvaihdon yhdistämistä koskeva pykälä noudattelee pitkälti edellistä asetusta. Määräys ei enää rajoitu vain koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän kanaviin, vaan koskee kaikkia ilmanvaihtojärjestelmiä. Viittaukset paloturvallisuuteen on poistettu, koska niistä on säädetty tarkemmin maankäyttö- ja rakennuslain nojalla tehdyssä Rakennuksen paloturvallisuus –asetuksessa. Lisänä mahdollisuus johtaa eri asuinhuoneistojen poistoilmat saman koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän yhteisiin nousukanaviin siten, että keittiöiden poistoilma johdetaan omaan nousukanavaansa ja muiden tilojen poistoilmat voidaan yhdistää omaan nousukanavaan. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 6.)

Ilmanvaihdon tiiviysluokat ovat pysyneet ennallaan, mutta ne on nyt nostettu ohjetasolta määräystasolle. Myös ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys- ja lujuusvaatimukset noudattavat edeltävää määräystä. Nostoja ohjetasolta määräystasolle on tehty. Poistoilmaluokkien 3 ja 4 kanaviston tiivyyteen on kiinnitettävä huomiota vuotojen sisäilmaston laadulle aiheuttamien ongelmien välttämiseksi. Ilmavirroista aiheutuvat paineet ja Rakenteiden ilmanpitävyys -pykälässä ulko- ja ulospuhallusilmavirroista vastuu on kohdennettu

erityissuunnittelijalle. Vastuuta rakennuksen vaipan ja sisärakenteiden ilmanpitävyydestä ja hormivaikutuksen hallinnasta on jaettu pääsuunnittelijalle, erityissuunnittelijalle ja rakennesuunnittelijalle. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 7–8.)

Aiemmin tulisijoista puhuttiin vain ohjetasolla. Uudessa asetuksessa ohje on nostettu määräykseksi ja laajennettu koskemaan myös erillispoistoja. Erillispoistoja voivat olla esimerkiksi keskuspölynimuri, takkaimuri, liesikupu ja vetokaappi. Erityissuunnittelijan vaatimukseksi asetettiin, että ilmanvaihtojärjestelmän tulee toimia hallitusti ilman painesuhteiden muuttumista haitallisesti vaikka esimerkiksi takassa poltettaisiin puita. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 8.)

Ilman kostutusta koskeva pykälä vastaa määräystä 3.8.3, kuitenkin sillä muutoksella, että huoneilman laadun huononemisen sijaan pyritään estämään terveyttä vaarantavien mikrobien kasvu. Huolena on eritoten legionellabakteerin kasvu ja leviäminen ilmanvaihdon välityksellä. Säännöksen velvoitteet on myös kohdennettu erikoissuunnittelijan tehtäviksi. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistettavuuteen ja huollettavuuteen on tehty lisäys, että osat pitää olla helposti ja turvallisesti puhdistettavissa ja huollettavissa. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 8.)

Ilmanvaihtojärjestelmän eristämiseen liittyen asetukseen on nostettu aiemmasta RakMk D2:sta ohjeteksti määräystasolle. Kanavisto tulee kondenssi- ja lämmöneristämisen avulla suunnitella niin, ettei ilma lämpene tai jäähdy lämpötilanhallintaa tai viihtyisyyttä haittaavasti. Eristämistä on helpotettu myös maankäyttö- ja rakennuslain 115 §:n muutoksen (812/2017) avulla. Tämä mahdollistaa rakennuksen sallitun kerrosalan ylittämisen taloteknisten järjestelmien edellyttämän hormin, kuilun tai yleisiin tiloihin avautuvan teknisen tilan rakentamiseen vaadittavan pinta-alan osalta. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 9.)

Talotekniikkainfon oppaassa sisäilmasto ja ilmanvaihto ohjeistetaan, että kylmässä ullakkotilassa kanavat eristetään eristekerroksella, jonka lämmönvastus on vähintään  $2,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ . Tämän tulee toteutua myös silloin, kun kanava on rakennuksen vaipassa käytettävän lämmöneristeen ympäröimänä. Edeltävä ohjeistus toteutuu esimerkiksi 100 mm lämmöneristeellä, jonka lämmönjohtavuus 10 celsiusasteen lämpötilassa on  $0,05 \text{ W/(mK)}$  (Talotekniikkainfo 2018, 51).

Ilmanvaihdon käyttöönoton mittauksissa määrätään rakennushankkeeseen ryhtyvän ja rakennusvaiheen vastuuhenkilön velvoitteista ja tehtävistä ennen rakennuksen käyttöönottoa. Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että kanaviston tiiviys on mitattu

ennen rakennuksen käyttöönottoa ja vastuuhenkilön on tehtävä tästä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan. Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelman mukaisuuden toteutamisessa aiemmat ohjearvot on siirretty määräystasolle. Huonekohtaisissa ilmavirroissa pienimpänä poikkeama sallitaan kuitenkin aina vähintään 1 l/s, vaikka tämä ylittäisi prosentuaalisesti sallitun eron ilmavirrassa (koskee erityisesti vaatehuonetta). Mittaustuloksien esitystapaa on tarkennettu. Nyt vaaditaan mittausten menetelmän mittaustulosten esittämistä mittaustulosten yhteydessä. Mittalaitteiden kalibrointivaatimus on nostettu ohjetasolta määräykseksi. Mittausmenetelmän ja mittaustulosten on sovellettava mitattavan ilmavirran mittaukseen. (Ympäristöministeriö 1009/2017, 9.)

## 5.2 Asuinrakennuksen ilmanvaihdon mitoituskriteerit uudessa oppaassa

FINVAC eli The Finnish Association of HVAC Societies on tehnyt ympäristöministeriön vuoden 2017 kesällä käynnistämän hankkeen pohjalta ilmanvaihdon mitoittamista käsittelevän oppaan. Tämä uusi opas korvaa liitteen 1 säädöksessä: D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012. Uusi opas mukailee ympäristöministeriön asetusta uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) ja siinä on otettu huomioon tuoreimpien EU-hankkeiden tulokset sekä CEN-standardien sisältö ja soveltuvuus Suomessa. Asuntojen ilmanvaihdon mitoittamista oppaassa käsitellään tilan tyypillisen epäpuhtauskuorman ja tavoitellun sisäilman laadun perusteella. (FINVAC ry 2017, 2.)

Kyseisessä ohjeessa esitetyt vähimmäisilmavirrat ovat tavanomaisesta asumisesta ja henkilömäärästä aiheutuvien kosteus-, epäpuhtaus- ja hajulähteiden eliminoimiseen ja hyvän sisäilmanlaadun ylläpitämiseen. Kyseiset ilmavirrat edellyttävät asetuksen mukaisen vähäpäästöisten rakennusmateriaalien käyttöä. Yhtenä vähäpäästöisyyden osoittamistapana on vapaaehtoinen M1-luokitus, jota ohjaa ja valvoo Rakennustietosäätiön päätoimikunta Sisäilmastoluokitus (PT17). Poikkeukselliset epäpuhtauslähteet myös lisäävät tarvittavaa ilmavirtaa. (FINVAC ry 2017, 4.)

Rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 kuuluakseen rakennusmateriaalien tulee täyttää seuraavat vaatimukset (Sisäilmayhdistys ry 2017, 38.):

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio on alle  $0,2 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{h})$ . Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70%



- Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tulee alittaa EU-LCI-arvon
- Formaldehydi-päästöt materiaalista alle 0,05 mg/(m<sup>2</sup>h)
- Ammoniakki-emissio alle 0,03 mg/(m<sup>2</sup>h)
- CMR yhdisteiden, jotka on luokiteltu EC standardin No 1272/2008 mukaisten luokkien 1A ja 1B mukaan, tulee olla alle 0,005 mg/(m<sup>2</sup>h)
- Materiaali ei haise
- Laastit, silotteet ja tasoitteet eivät saa sisältää kaseiinia.

Ulkoilmavirran mitoituksessa pitää toteutua seuraavat viisi vähimmäisvaatimusta

- Koko asuinpinta-alaa kohden laskettu ulkoilmavirta vähintään 0,35 (l/s)/m<sup>2</sup>
- Koko asunnon ulkoilmavirta vähintään 18 (l/s)/m<sup>2</sup>
- Asuinhuoneen ulkoilmavirta vähintään 0,35 (l/s)/m<sup>2</sup>
- Asuinhuoneen ulkoilmavirta vähintään 8 l/s, yli 11 m<sup>2</sup> makuuhuoneisiin 12 l/s
- Mikäli asunnossa on sauna tulee kokonaisulkoilmavirtaa nostaa 6 l/s.

Asuinhuoneiksi määritellään olohuoneet, makuuhuoneet ja muut vastaavat tilat. Normaalin käyttötilanteen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat mitoitetaan yleensä yhtä suuriksi. Tällä pyritään siihen, ettei rakennus olisi miltään osin jatkuvasti ylipaineinen ja paine-ero rakennusvaipan yli, ei ylittäisi tavanomaisissa sääolosuhteissa 5 Pa. (FINVAC ry 2017, 4–5.)

Asuinrakennuksen kokonaisilmavirrat jaetaan huoneisiin taulukon 2 mukaisesti. Ilmavirtoja saatetaan joutua suurentamaan mitoituskriteerien täyttämiseksi ja ilmavirtojen tasapainon säilyttämiseksi. Ilmavirtoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös mahdollisten tulisijojen ja erillispoistojen vaikutus painesuhteisiin. (FINVAC ry 2017, 6.)

Taulukko 2. Asunnon normaalin käyttötilanteen ilmavirrat (FINVAC ry 2017, 6)

Huonetila	Ulkoilmavirta dm <sup>3</sup> /s	Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> /s	Huomautus
Suurin tai ainoa makuuhuone tai yli 11 m <sup>2</sup> makuuhuone	12		
Muut makuuhuoneet	8		
Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö	8		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö	0,35 dm <sup>3</sup> /s,m <sup>2</sup>		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekekeittiö (KT)		8 (25)	Liesikuvun/keittiötilan ilmavirran tulee tehostustilanteessa olla vähintään 25 dm <sup>3</sup> /s. Ulkoilman saannista tehostuksen aikana on huolehdittava. Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta
Kylpyhuone WC:llä tai ilman (KPH)		10	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Erillinen WC (WC)		7	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Vaatehuone (VH)		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Varasto		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Huoneistosauna (S)	6	6	
Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoitohuone		8	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Tekninen tila		3 <sup>3)</sup>	Mitoitetaan lämpökuorman mukaan, vähintään 3 dm <sup>3</sup> /s.

Ilmanvaihdon mitoituskriteerinä on myös veto. Ilmanvaihdon aiheuttama ilman liikeno-  
peus ei saa ylittää 3 minuutin mittausjakson aikana 0,2 m/s. Tehostustilanteessa vas-  
taava ilmanliikeno-  
peus ei saa ylittää arvoa 0,25 m/s. Mittaukset tehdään suuntariippu-  
mattomalla nopeuden mittauslaitteella. Varmistusmittaukset tehdään standardin SFS-  
EN 12599 mukaisesti. (FINVAC ry 2017, 7.)

### 5.3 Ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella

Hiilidioksidiperusteisessa mitoituksessa ulkoilmavirta mitoitetaan siten, että saavutetaan haluttu hiilidioksidipitoisuuden suunnittelutaso. Suunnittelutason minimivaatimuksena on, ettei hiilidioksidin hetkellinen pitoisuus tilassa saa ylittää arvoa n. 1200 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + 800 ppm, (Liljeström & Vähä-Ruohola 2017, 4–11.) Hiilidioksidin tuotto riippuu ihmisen toiminnasta taulukon 3 mukaisesti (FINVAC ry 2017, 24). Taulukossa 3 esitetyt arvot eroavat Liljeströmin ja Vähä-Ruoholan hiilidioksidintuottoarvoista, sillä laskennassa käytetyt kehon pinta-alat eroavat toisistaan.

Taulukko 3. Hiilidioksidin tuotto ihmisen toimintaan perustuen (FINVAC ry 2017, 24)

Huonetila/toiminta	Aineenvaihdunnan teho  met <sup>1)</sup>	Aineenvaihdunnan teho = kokonaislämpöteho (kuiva ja kostea) W	CO <sub>2</sub> -tuotto  dm <sup>3</sup> /h
nukkuminen	0,8	85	12,4
rauhallinen istuminen	1,0	105	15,4
toimistotyö, seisominen	1,2	135	18,5
opetustyö	1,4		21,6
rauhallinen liikkuminen	1,6	165	24,7
myymälätyö	1,8	189	21,6
kävely (3,2 km/h)	2,0	210	30,9
kävely (5 km/h)	3,0	315	46,2
kävely (6,5 km/h)	4,0	410	61,6
reipas kävely (8,0 km/h), sulkapallo	6,0	630	92,4
squash, koripallo	7,0	735	107,8

Hiilidioksidin tuotto voidaan laskea käsin seuraavalla kaavalla (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11.):

$$V'_{CO_2} = RQ \cdot \frac{0,00276 \cdot A_{keho} \cdot M}{0,23 \cdot RQ + 0,77} \quad (\text{kaava 1})$$

jossa RQ on hengitysosamäärä

M on fyysinen aktiivisuus (met)

$A_{keho}$  on kehon keskimääräinen pinta-ala ( $m^2$ )

Laskentaa varten pitää selvittää hengitysosamäärä, joka kuvaa ihmisen hiilidioksidin tuoton ja hapenkulutuksen välistä suhdetta. On sovittu, että mitoituslaskennassa hengitysosamääränä käytetään standardiarvoa 0,83, joka vastaa terveen ihmisen kevyen toiminnan arvoa. Fyysisen aktiivisuuden arvona M käytetään asuinrakennuksen käyttö-tarkoituluokan arvoa 1,2 met. Tämä vastaa toiminnaltaan seisovan ihmisen aineenvaihdunnan tehoa. Kehon keskimääräinen pinta-ala lasketaan Monsteller kaavalla (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4-11.):

$$A_{keho} = (W^{0,5} \cdot H^{0,5})/60 \quad (\text{kaava 2})$$

jossa W on henkilön massa (kg)

H on henkilön pituus (cm)

Ihmisen kehon keskimääräisenä pinta-alana voidaan käyttää yleisesti  $1,8 m^2$ . Se on kansainvälisen ilmastostandardin mukainen suunnitteluarvo. Suomessa aikuisen kehon pinta-alana käytetään kuitenkin tästä poikkeavaa arvoa,  $1,92 m^2$ , joka on laskettu keskiarvona suomalaisten miesten ja naisten keskipituuksista ja -painoista. Tällöin oletuksena on, että aikuiset jakautuvat tasan miehiin ja naisiin. (Katja Brodulin et. al. Kansallinen Finriski 2012-terveystutkimus. Osa 2, tutkimuksen taulukkoliite. 2013.)

Kuormituksen perusteella voidaan laskea tilan ulkoilmavirran tarve. Laskennassa tarkastellaan tasapainotilannetta, jolloin tilaan tulevat ja tilasta poistuvat hiilidioksidivirrat ovat yhtä suuret. Ulkoilmavirran tarve lasketaan seuraavalla kaavalla (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11.):

$$q_{ulko} \cdot C_{ulko} + q_{korvaus} \cdot C_{korvaus} + G = q_{poisto} \cdot C_{poisto} \quad (\text{kaava 3})$$

$$G = \text{henkilömäärä} \cdot V'_{CO_2}$$

jossa  $q_{ulko}$  on ulkoilmavirta (l/s)

$q_{korvaus}$  on korvausilmavirta (l/s)

$q_{poisto}$  on poistoilmavirta (l/s)

$C_{ulko}$  on ulkoilman hiilidioksidipitoisuus (ppm)

$C_{\text{korvaus}}$  on korvausilman hiilidioksidipitoisuus (ppm)

$C_{\text{poisto}}$  on sisäilman suunnitteluarvo hiilidioksidipitoisuudelle (ppm)

$G$  on henkilöiden hiilidioksidituotto tilaan (l/s)

Tilan muusta epäpuhtauskuormituksesta, kuten rakennus- ja sisustusmateriaalien epäpuhtauspäästöistä aiheutuva lisäulkoilmavirran tarve voidaan huomioida suunnittelussa. Lisäilmavirran tarve on tällöin seuraavanlainen (Liljeström & Vähäruohola 2017, 4–11.):

- Ei huomioitu 0,00 l/(s, lattia-m<sup>2</sup>)
- Erittäin vähäpäästöinen rakennus 0,35 l/(s, lattia-m<sup>2</sup>)
- Vähäpäästöinen rakennus 0,70 l/(s, lattia-m<sup>2</sup>)
- Ei vähäpäästöinen rakennus 1,40 l/(s, lattia-m<sup>2</sup>)

#### 5.4 Vaikutukset referenssikohteessa

Huonelämpötilan hallintaan tulleet tiukennukset eivät aiheuta tässä referenssikohteessa lisätoimenpiteitä, sillä kesäajan lämpöviihtyisyydestä huolehditaan jäähdytyksellä. Ilman jäähdytyslaitteistoa lämpötilaa tarvitsisi hallita ilmavirtoja suurentamalla. Tämä ei käytännössä kuitenkaan tule riittämään, sillä muut mitoituskriteerit estävät ilmavirran kasvattamisen lämpötilan hallintaa vastaavaksi.

Suunniteltuihin ilmavirtoihin tulisi muutoksia, mikäli kyseinen referenssikohte rakennettaisiin vastaamaan uusia määräyksiä. Tutkitaan uusien määräysten vaikutusta ilmavirtoihin esimerkiasunnon kautta. Käytetään esimerkkinä referenssikohteen asuntoa numero 16. Kyseinen asuinhuoneisto on 2h+k ratkaisu, jonka pinta-ala on 45,5 m<sup>2</sup>. Ilmanvaihtokoneena kohteessa käytetään Iloxairin ILOX 89PLUS, joka on varustettu LTO-vastavirtakennolla, sähköisellä jälkilämmityspatterilla ja liesikuvun erillispoistolla. Ilmanvaihtokoneen SFP-luvun tulee olla kohteessa alle 2,0. SFP-luku kuvaa ilmanvaihtokoneen kaikkien puhaltimien yhteenlaskettua ominaissähkötehoa (kW) jaettuna suunnitellulla ulospuhallus- tai ulkoilmavirralla (m<sup>3</sup>/h), riippuen siitä kumpi edeltävistä on suurempi (SFP-opas 2009, 9). Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta määrää, että SFP-luku saa olla enintään 1,8 kW/(m<sup>3</sup>/s) (Ympäristöministeriö 1010/2017, 14).

Taulukossa 4 on esitetty esimerkin omaisesti ilmamäärien muutokset referenssikohteen asunnossa numero 16. Taulukkoon on koottu alkuperäisen suunnitelman mukaiset ilmamäärät tulo- ja poistopuolella ja näiden summat on esitetty taulukon alimmalla rivillä. Ilmamäärät on esitetty huoneittain ja huoneiden pinta-alat on myös koottu taulukkoon. Taulukossa mainittu ”ilmamäärä uusi ohjeistus” kuvaa FINVACin oppaassa esitettyjä ohjearvoja kyseisille tiloille. Hiilidioksidiperusteinen ilmamäärä on laskettu ympäristöministeriön sivuilta löytyvän mitoituslaskimen avulla. Hiilidioksidiperusteisessa mitoituksessa oletuksena on, että asunnossa asuu kaksi aikuista ihmistä, joiden aktiivisuus arvioidaan olevan 1,2 met. Hiilidioksidiperusteisessa mitoituksessa ei ole otettu huomioon rakennusmateriaaleista aiheutuvia lisäilmavirran tarpeita.

Taulukko 4. Ilmamäärät referenssikohteessa

Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Huone	Ilmamäärä suunniteltu (l/s)	Ilmamäärä suunniteltu (l/s)	Ilmamäärä uusi ohjeistus (l/s)	Ilmamäärä uusi ohjeistus (l/s)	Ilmamäärä hiilidioksidiperusteisen mitoitus (l/s)	Ilmamäärä hiilidioksidiperusteisen mitoitus (l/s)
5,1	vh		-6		-6		-6
9,5	mh	12		12		14	
11,8	oh	16		16		16	
6,3	kt		-8		-10		-10
6,1	kph		-15		-12		-14
6,7	et						
	Yhteensä	28	-29	28	-28	30	-30

Uusien ilmavirtojen määrittämisessä on huomioitu ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Ilmamäärät on saatettu tasapainoon määräysten mukaan, jolloin vältetään ylipaineen aiheuttamalta kosteusrasitukselta (sisäilmasta rakenteisiin siirtyvä kosteus) ja alipaineen vaikutuksesta epäpuhtauksien sisälle virtaamiselta. Tämän tulee toteutua kaikissa sääolosuhteissa, joten vaipan ja sisä rakenteiden ilmanpitävyyteen ja hormivaikutukseen tulee kiinnittää huomiota.

Referenssikohteessa ruoanlaittilanteessa keittiön poistoa tehostetaan liesikuvun läpällä. Uudessa asetuksessa vaaditaan, että painesuhteiden tulee säilyä neutraalina myös tehostettaessa. Määräyksen mukaisesti tuloilmaa tulee myös kasvattaa samassa suhteessa. Yhtenä vaihtoehtona on, että ruokaa laitettaessa lainataan hetkellisesti poistoilmavirtaa esimerkiksi vaatehuoneesta ja kylpyhuoneesta. Tällöin näiden huoneiden poistoa pienennetään ja keittiön poistoa kasvatetaan samassa suhteessa. Näin

saadaan pidettyä kokonaisilmavirrat vakiona. Tyypillisesti lainattaessa kokonaispoistoilmavirta kasvaa ja samalla tulisi kasvattaa tuloilmavirtoja painesuhteiden tasaamiseksi.

Taulukon 4 pohjalta voidaan havaita, että suunnitelman mukaan olohuoneeseen tuodaan enemmän ilmaa kuin tilan käyttäjämäärä- tai pinta-ala perusteinen ilmamäärämitoitus edellyttäisi. Tämä johtuu siitä, että tuloilma johdetaan huoneeseen puhallinkonvektorin, Chiller, lävitse. Vertailukelpoisuuden vuoksi olohuoneen ilmavirta 16 l/s on pidetty kaikissa tilanteissa vakiona. Poistoilmavirtatasot ohjeistuksen ja hiilidioksidiperusteisen ilmamäärämitoituksen perusteella ovat jaettu niin, että painesuhteet saadaan pidettyä hallinnassa. (Talotekniikkainfo 2018, 6.)

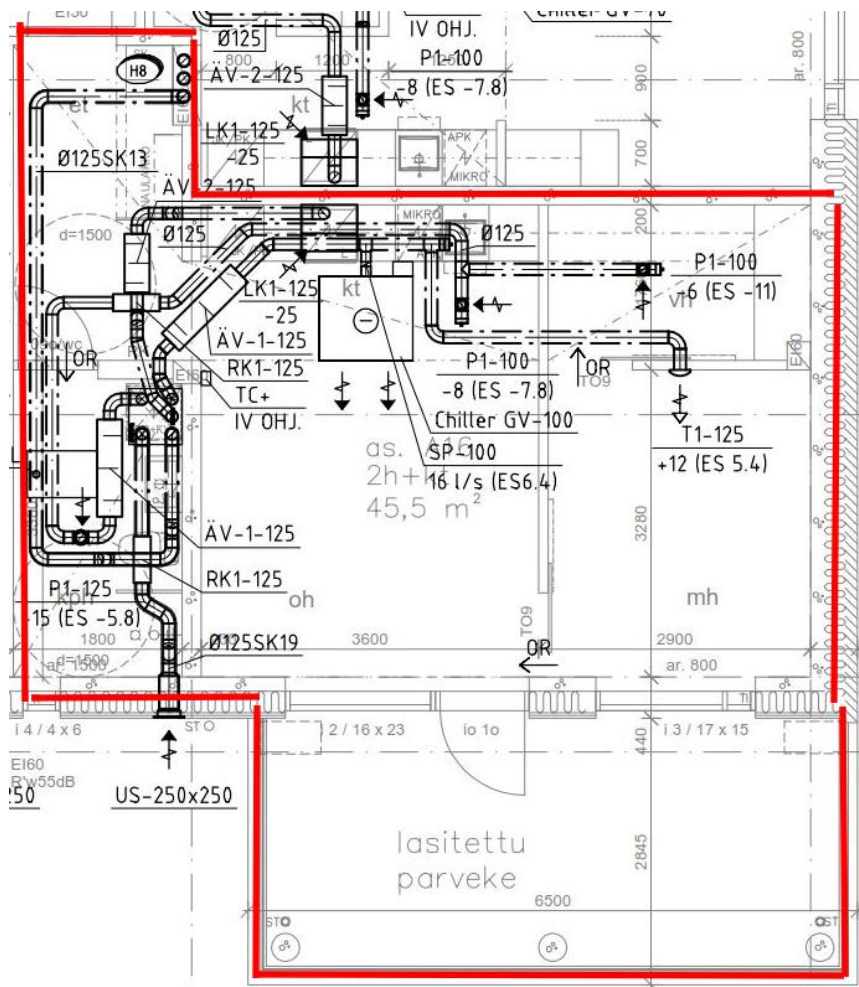
Ulospuhallusilmasta määrätään uudessa asetuksessa, että se tulee johtaa rakennuksen vesikaton yläpuolelle, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei toisin edellytä (Ympäristöministeriö 1009/2017, 5). Asuinhuoneistojen ulospuhallusilma voidaan kuitenkin johtaa ulos rakennuksen seinässä olevasta ulospuhallusilmalaitteesta, jos sille asetetut vaatimukset täyttyvät (Ympäristöministeriö 1009/2017, 5). Ulospuhallukselle esitetyt etäisyysvaatimukset on taulukossa 5.

Taulukko 5. Ulospuhalluksen etäisyysvaatimukset (Talotekniikkainfo 2018, 33)

Ulospuhallusilmalaitteen etäisyys	Poistoilmaluokka		
	1 ja 2	3	4
Alapuolella olevista avattavista ikkunoista	2 m	4 m	6 m
Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista	3 m	6 m	10 m
Maanpinnasta tai pihatasosta	2 m	3 m	5 m
Naapuritontista	2 m	5 m	8 m
Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta ja painovoimaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilma-aukoista	1 m	1 m	1 m

Etäisyysvaatimusten lisäksi seinäulospuhalluksen tulee täyttää sille erikseen asetetut vaatimukset, jotka on esitetty kohdassa 5.1 Uudistuneet määräykset. Referenssikohteessa seinäulospuhallus on mahdollista ainakin osittain. Esimerkiksi kuvassa 2 esitetyn huoneiston ulospuhallusilma voidaan johtaa seinäulospuhalluslaitteen kautta ulos, mikäli äänenpainetaso naapurin ikkunan kohdalla ei ylitä sallittua raja-arvoa. Tällöin laite tulisi sijoittaa makuuhuoneen ja vaatehuoneen väliselle ulkoseinän osuudelle siten, että etäisyys naapurin tuuletusikkunaan on 3 metriä. Sama etäisyys tulee myös olla kyseisen asunnon avattaviin parvekelaseihin. Tulee myös varmistua siitä, että ylemmän tai alemman kerroksen ulkoilmalaitteet eivät ole sallittua etäisyyttä lähempänä ja näiden äänitasojen yhteisvaikutus ei ylitä sallittuja rajoja. (Talotekniikkainfo 2018, 35.)

Kuva 2. Referenssikohteen asunto A16 (Optiplan Oy)





Seinäulospuhallusta käyttämällä säästettäisiin hormitilassa. Toisaalta uuteen maan- käyttö- ja rakennuslakiin esitettiin muutosta, jolla mahdollistettaisiin taloteknisten järjestelmien toteuttaminen rakennusoikeudessa määritettyä kerrosalaa vähentämättä (MRL 115§ esitys 85/2017). Kyseinen muutos on myös astunut voimaan lakimuutoksen 812/2017 yhteydessä.

## 6 UUDISTUNEET PALOMÄÄRÄYKSET

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) pykälän 117 momentin 3 nojalla ehdotetaan annettavaksi uusi ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Ehdotetulla asetuksella korvataan voimassa oleva ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (3/11). Uudessa asetuksessa on pelkästään velvoittavat määräykset. Ohjeet on koottu omiksi teoksikseen, mutta ne ovat edelleen osana ympäristöministeriön ylläpitämää Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. (Ympäristöministeriön perustelumuistio asetuksesta 848/2017, 1.)

Uudistusta tukemaan teetettiin ympäristöministeriön ja Rakennustuoteteollisuus RTT ry:n yhteinen selvityshanke, jonka tarkoituksena oli koota eri tahojen ehdotukset muutoksiksi aiempiin palomääräyksiin. Hankkeeseen kuului seuraavanlaiset konsulttiselvitykset (Ympäristöministeriön perustelumuistio asetuksesta 848/2017, 2.):

- muutokset rakennuksen koon rajoituksiin
- laitteistojen tasovaatimusten määrittäminen
- rakenteiden kantavuuden säilyttäminen
- luokitukseen perustuvan mitoituksen laajennus
- palon leviämisen estäminen osastosta toiseen
- palon kehittymisen rajoittaminen
- ulkoseinien lämmöneristys.

Uusi asetus tuo mukanaan lisäyksen paloluokkiin. Käyttöön otetaan uusi paloluokka P0. Tähän luokkaan kuuluakseen rakennus on suunniteltu osin tai kokonaan käyttäen toiminnallista palomitoitusta. Esimerkiksi rakennuksen poistumisturvallisuus tai rakenteiden palonkestävyys perustuu oletettuun, simuloituun, palonkehitykseen. (Ympäristöministeriön perustelumuistio asetuksesta 848/2017, 9.)

Muutoksena aiempaan ohjeeseen ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuudesta on, että majoitustiloissa ei enää vaadita kuristinta. Keittiön rasvakanavaan haettu helpotus ei tule toteutumaan, vaan edelleen vaaditaan kanavan seinämäpaksuudeksi 1,25 mm ja paloeristys EI120.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Uudet asetustekstipohjaiset rakennusmääräykset muokkaavat LVI-suunnittelun kenttää. Suunnittelijan vastuuta korostetaan määräyksissä entistä enemmän. Vastuuta on toki jaettu myös pääsuunnittelijalle ja rakennesuunnittelijalle, kullekin tehtävien edellyttämien toimenkuvien mukaisesti. Pyrkimys selkeyttää määräyksiä sai aikaan ohjeiden poistamisen asetuksista. Ohjeita pidettiin aiemmin lähes määräyksen kaltaisina, velvoittavina teksteinä. Nämä helpottivat muun muassa yhteistyötä rakennusvalvonnan kanssa, sillä suunnittelukriteerit pysyivät yhtenäisinä. Nyt ohjeita tarjoavat alalla toimivat instanssit, kuten Talotekniikkainfo. Opastavan tekstin ohjeilla voi kuitenkin olla useita eri toteutustapoja suunnittelijan tai tilaajan vaatimustasosta riippuen. Erityissuunnittelijan tulee aina täyttää rakentamista koskevien säännösten, määräysten ja hyvän rakennustavan vaatimukset.

Varsinaiset muutokset määräyksissä tulevat lisäämään LVI-suunnittelijan työtaakkaa. Suurimmat haasteet tulevat lämpimän ja kylmän käyttöveden lämpötilojen pitämisestä sallituilla tasoilla sekä uusien ilmamäärien laskentatarpeesta. Myös hulevesille asetettu määräys niiden ensisijaisesta viivytämisestä ja imeyttämisestä kiinteistöllä luo haasteita suunnittelijalle. Yleisesti kiinteistöjen tonttien pinta-alat ovat pieniä ja rakennettu infrastruktuuri estää hulevesien imeyttämisen maahan. Myös kaupunkien vesilaitosten kantaa tulee kuulla hulevesiin liittyen. Useimmiten kaupungit haluavat kiinteistön liittyvän rakennettuun hulevesiverkostoon, ainakin osittaisella virtaamalla. Asemakaava käveleekin tässä tapauksessa yli asetustekstin. Mikäli asemakaava velvoittaa liittymään kunnalliseen hulevesiverkostoon, tällöin siihen myös liitytään.

Ilmavirtojen mitoittamisen avustavina työkaluina ovat FINVAC:in taulukot ilmavirran mitoittamiseen sekä Liljeströmin ja Vähä-Ruoholan, molemmat Optiplan Oy:stä, hiilidioksidiperusteinen mitoituslaskin. Näissä on kuitenkin ristiriitaisuuksia, sillä perustellut laskentaperusteet eroavat toisistaan. FINVAC on käyttänyt eurooppalaisen CEN-standardin mukaista kehon pinta-alaa  $1,8 \text{ m}^2$ . Mitoituslaskimessa taas on käytetty DuBois-kaavan mukaista kehon pinta-alaa, suomalaisten aikuisten keskiarvotettua kehon pinta-alaa  $1,90 \text{ m}^2$ . Esimerkiksi asuinkerrostalon kahden hengen makuuhuoneessa ilmavirrat eroavat taulukon 6 mukaisesti.

Taulukko 6. Ilmavirtojen mitoitusohjeiden eroavaisuudet

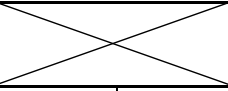
Met 1,2	FINVAC	DuBois	Monsteller
Kehon pinta-ala (m <sup>2</sup> )	1,8	1,9	1,92
Hiilidioksidin tuotto (l/h)	18,5	19,6	19,8
Tarvittava ilmavirta (l/s)	12,87	13,59	13,76
Mitoitetaan ilmavirta (l/s)	12	14	14
Ero (%)	107,3	97,1	98,3

”Mitoitetaan ilmavirta” kuvaa ohjeiden mukaista mitoituslaitteen ilmavirtaa. Havaitaan, että FINVAC ohjeistaa mitoittamaan makuuhuoneeseen vain 12 l/s vaikka hiilidioksidiperusteisella mitoituksella ilmavirran tulisi olla suurempi. Huomattavasti terveyden kannalta turvallisempaa onkin käyttää suomalaisten todelliseen keskiarvoon perustuvaa kehon pinta-alaa ja tämän mukaista hiilidioksidintuottoon perustuvaa ilmavirtaa 14 l/s. Myös uusi asetus rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta määrää hiilidioksiditason hetkellisestikin pidettävän alle ”ulkoilma + 800 ppm” arvossa, tämä puoltaa käytettävän 14 l/s ilmavirtaa.

Prosentteina ilmaistu ero kuvaa tarvittavan ilmavirran ja mitoittettavan ilmavirran suhdetta. Ilmavirrat on laskettu niin, että tulo- ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuret, kuten uusi asetus edellyttääkin. Ilmavirroissa ei ole huomioitu rakenteiden päästöistä aiheutuvaa lisäilmavirran tarvetta. FINVACin raportissa on todettu, että Suomessa käytettävät rakennustarvikkeet ovat pääsääntöisesti vähäpäästöisiä (FINVAC ry 2017, s22).

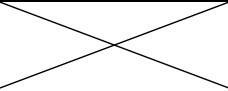
Ilmavirtoihin liittyen kentältä on tullut palautetta keittiön poistoilmavirran riittämättömyydestä. Tästä johtuen ruuanlaitosta aiheutuneet käryt eivät hälväne riittävällä nopeudella. Havaintona oli, että suunnittelussa käytäntönä on ollut ilmoittaa tehostukselle arvo, joka vastaa määräyksen mukaista 30 prosentin ilmavirtojen tehostusta. Määräyksissä ilmoitetaan kuitenkin keittiön poistoilmavirran tehostukselle arvoksi 25 l/s. Mikäli keittiössä ei ole vakiopoistoa 8 l/s, tulee sieltä poistaa jatkuvasti 20 l/s. Referenssikohteessa ilmavirrat ovat taulukon 7 mukaiset.

Taulukko 7. Suunnitellut ilmavirrat referenssikohteessa

Tila	Koko		Käyttötilanne					
			Tehostus		Normaali		Poissa	
	m2	m3	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto
vh	5,1	13,8	0	-7,8		-6	0	-2,4
mh	9,5	25,7	15,6	0	12		4,8	0
oh	11,8	31,9	20,8	0	16		6,4	0
kt	6,3	15,5	0	-10,4		-8	0	-3,2
kph	6,1	14,9	0	-19,5		-15	0	-6
et	6,7	16,4						
Yhteensä	45,5	118,2	36	-38	28	-29	11	-12
Ilmavirtojen suhde Poisto/Tulo			104 %		104 %		104 %	
Ilmavirta suhteessa Normaaliin			130 %	130 %			40 %	40 %
Ilmanvaihokerroin			1,1 krt/h		0,9 krt/h		0,4 krt/h	

Keittiön poistoilmavirran tulisi noudattaa kuitenkin taulukon 8 mukaista poistoilmavirtaa. Mikäli keittiön poistoilmavirta tehostetaan taulukon 8 mukaisesti, täyttyy RakMk D2 2012 määräys keittiön poistoilmavirran tehostuksesta. Tässä tapauksessa tulee kuitenkin muuttaa kaikkia ilmavirtoja siten, että saavutetaan sallittu ero ilmavirroissa, eikä aiheuteta liiallista alipainetta asuntoon.

Taulukko 8. Referenssikohteen ilmavirrat tehostuksella liesikupupoiston ollessa 25 l/s

Tila	Koko		Käyttötilanne					
			Tehostus		Normaali		Poissa	
	m2	m3	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto
vh	5,1	13,8	0	-7,8		-6	0	-2,4
mh	9,5	25,7	15,6	0	12		4,8	0
oh	11,8	31,9	20,8	0	16		6,4	0
kt	6,3	15,5	0	-25		-8	0	-3,2
kph	6,1	14,9	0	-19,5		-15	0	-6
et	6,7	16,4						
Yhteensä	45,5	118,2	36	-52	28	-29	11	-12
Ilmavirtojen suhde Poisto/Tulo			144 %		104 %		104 %	
Ilmavirta suhteessa Normaaliin			130 %	180 %			40 %	40 %
Ilmanvaihokerroin			1,6 krt/h		0,9 krt/h		0,4 krt/h	

Ennakkoon odotuksia luonut mahdollisuus seinäulospuhalluksen käytöstä referenssi-kohteessa ei olisi onnistunut. Markkinoilla on vain muutama kaupallinen tuote muun muassa Vallox Oy:n Out/in -seinäpuhallus- ja ilmanottolaite sekä Swegon Oy:n CASA WG12 –seinäasenteiset ulkoilmalaitteet. Optiplan Oy:n suunnittelussa ei ole riittävästi tutkimus- ja/tai referenssitietoa ko. laitteiden toimivuudesta. Muuten yhdessä kerroksessa useiden pienten asuntojen kyseessä ollessa ulkoilman oton ja ulospuhalluksen ohjeelliset minimietäisyydet eivät täyty ja näin ollen seinäpuhallusta ei ainakaan kaikilta osin olisi voinut toteuttaa. Mahdollinen hybridimalli, jossa osa asunnoista olisi seinäpuhalluksella ja osa perinteisellä katolle vietävällä ulospuhalluksella tuntuu myös vieraalta ajatukselta. Säästöt hormirakenteiden hankintakustannuksissa ja kasvaneissa asuntoneliöissä jäisivät siis tässä tapauksessa saavuttamatta. Kun seinäulospuhalluksen mahdollisuus tuodaan arkkitehdin suunnittelupöydälle hyvissä ajoin, jo esisuunnitteluvaiheessa, tullaan sitä tulevaisuudessa varmasti, varsinkin korkeissa rakennuksissa, hyödyntämään.

## LÄHTEET

FINVAC ry, Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet, 2017. Viitattu 19.01.2018. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys)

Katja Brodulin et. al. Kansallinen Finriski 2012-terveystutkimus. Osa 2, tutkimuksen taulukkoliite. 2013

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 812/2017. Annettu Helsingissä 01.12.2017. Saatavilla osoitteessa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170812#Pidp451059568>

Liljeström, K. & Vähä-Ruohola, M. 2017. Tilan ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella. Optiplan Oy. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys)

Optiplan Oy

SFP-opas, Opas ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon määrittämiseen, laskentaan ja mittaamiseen. Viitattu 23.01.2018. Saatavilla osoitteessa [http://www.ilmansuodatin.com/data/sfpopas3\\_060709.pdf](http://www.ilmansuodatin.com/data/sfpopas3_060709.pdf)

Sisäilmayhdistys ry. Sisäilmastoluokitus 2017, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset

Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa 1 8/2016. Annettu Helsingissä 10.01.2016. Saatavilla osoitteessa <http://www.valvira.fi>

Suomen kuntaliitto, hulevesiopas 2012. Helsingissä 2012. Saatavilla osoitteessa <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tekniikka/hulevesien-hallinta/hulevesiopas>

Talotekniikkainfo, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot –opas, 2018. Viitattu 23.01.2018. Saatavilla osoitteessa <https://www.talotekniikkainfo.fi/kommenttiluonnos-kiinteistöjen-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>

Talotekniikkainfo, Sisäilmasto ja ilmanvaihto –opas, 2018. Viitattu 18.01.2018. Saatavilla osoitteessa <https://www.talotekniikkainfo.fi/luonnos-sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. Annettu Helsingissä 24.11.2017. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Meluntorjunta\\_ ja\\_aaniolosuhteet](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Meluntorjunta_ ja_aaniolosuhteet)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, perustelumistio. Viitattu 24.01.2018. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1/11. Annettu Helsingissä 30.03.2011. Saatavilla sähköisesti osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017. Annettu Helsingissä 22.12.2017. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.ym.fi/fi->

[FI/Maankaytto ja rakentaminen/Lainsaadanto ja ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys)

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Annettu Helsingissä 27.12.2017. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto ja rakentaminen/Lainsaadanto ja ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus)

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Annettu Helsingissä 27.12.2017. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto ja rakentaminen/Lainsaadanto ja ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys)

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, perustelumuistio 2017. Viitattu 17.01.2018. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto ja rakentaminen/Lainsaadanto ja ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveelisyys)




## Ilmanvaihtolaitoksen mittauspöytäkirja

19.4.18 


								ILMANVAIHTOLAITOKSEN					
								MITTAUSPÖYTÄKIRJA					
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste								Mittari: Swema air 300					
Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Pvm: 19.4.2018					
								Suorittaja: Jyri Ernvall					
Tuloilma								Poistoilma					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
1.krs.													
Ohjausjännite 5V													
Irtaimistovarasto								Kso	1	125	26	25	+8
Uvw								Kso	1	100	10	10	-2
Spk								Kso	1	125	12	10	+3
Ljh								Kso	1	125	12	10	+5
Var.								Kso	1	125	12	10	+5
Porrashuone								Kso	1	125	20	20	+7

19.4.18

							ILMANVAIHTOLAITOKSEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA						
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste							Mittari: Swema air 300						
Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku							Pvm: 19.4.2018						
Suorittaja: Jyri Ernvall							Poistoilma						
Tuloilma	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
2.Krs.													
As.1													
4V													
Oh		Iris	1	125	23	22	+2						
Kph.								Kso	1	125	16	15	+5
Keittiö								Kso	1	100	9	8	-4
					+23						-25		
As.2													
4,5V													
Vh								Kso	1	100	6	6	-8
Mh		Stqa	1	125	12	12	+12						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-2
Kph.								Kso	1	125	15	15	+2
					+27						-29		
As.3													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+6
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1
					+22						-24		
As.4													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+4
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1


				+22						-24		
<b>As.5</b>												
4V												
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-1
Mh	Stqa	1	100	6	6	+6						
				+21						-23		
<b>As.6</b>												
4,5V												
Keittiö							Kso	1	125	14	14	+3
Oh	Iris	1	125	15	16	+2						
Mh	Stqa	1	125	12	12	+13						
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
				+27						-29		
<b>As.7</b>												
4,5V												
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-2
Mh	Stqa	1	125	12	12	+14						
Vh							Kso	1	100	6	6	-7
Kph.							Kso	1	125	15	15	+3
				+27						-29		
Lk tehostus -55V/s												

19.4.18 LA

 <b>ILMANVAIHTOLAITOKSEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>													
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Mittari: Swema air 300 Pvm: 19.4.2018 Suorittaja: Jyri Ernvall					
<b>Tuloilma</b>								<b>Poistoilma</b>					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
3.Krs.													
As.8													
4V													
Oh		Iris	1	125	23	22	+2						
Kph.								Kso	1	125	16	15	+5
Keittiö								Kso	1	100	9	8	-4
					+23						-25		
As.9													
4,5V													
Vh								Kso	1	100	6	6	-5
Mh		Stqa	1	125	12	12	+13						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	0
Kph.								Kso	1	125	15	15	+6
					+27						-29		
As.10													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+8
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1
					+22						-24		
As.11													
4,5V													
Kph.								Kso	1	125	15	15	+6
Oh+keittiö		Iris	1	125	21	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1


Mh	Stqa	1	100	5	5	+6						
vh							Kso	1	100	5	5	-8
<b>As.12</b>				<b>+26</b>						<b>-28</b>		
4V												
Kph.							Kso	1	125	15	15	+5
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-1
Mh	Stqa	1	100	6	6	+5,5						
				<b>+21</b>						<b>-23</b>		
<b>As.13</b>												
4,5V												
Keittiö							Kso	1	125	14	14	+3
Oh	Iris	1	125	15	16	+2						
Mh	Stqa	1	125	12	12	+13						
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
				<b>+27</b>						<b>-29</b>		
<b>As.14</b>												
4,5V												
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-3
Mh	Stqa	1	125	12	12	+14						
Vh							Kso	1	100	6	6	-7
Kph.							Kso	1	125	15	15	+5
				<b>+27</b>						<b>-29</b>		
Lk tehostus -55/s												

19.4.18 

 <b>ILMANVAIHTOLAITOKSEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>													
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Mittari: Swema air 300 Pvm: 19.4.2018 Suorittaja: Jyri Ernvall					
<b>Tuloilma</b>								<b>Poistoilma</b>					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
4.Krs.													
As.15													
4V													
Oh		Iris	1	125	23	22	+2						
Kph.								Kso	1	125	16	15	+3
Keittiö								Kso	1	100	9	8	-4
					+23						-25		
As.16													
4,5V													
Vh								Kso	1	100	6	6	-5
Mh		Stqa	1	125	12	12	+13						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	0
Kph.								Kso	1	125	15	15	+6
					+27						-29		
As.17													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+8
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1
					+22						-24		
As.18													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+4
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-2

				+22						-24		
<b>As.19</b>												
4V												
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
Oh+keittiö	Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-2
				+22						-24		
<b>As.20</b>												
4,5V												
Keittiö							Kso	1	125	13	14	+3
Oh	Iris	1	125	14	16	+2						
Mh	Stqa	1	125	12	12	+13						
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
sauna	Kt-s	1	100	6	6	+5	Kso	1	100	6	6	-5
				+32						-34		
<b>As.21</b>												
4,5V												
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-3
Mh	Stqa	1	125	12	12	+14						
Vh							Kso	1	100	6	6	-7
Kph.							Kso	1	125	15	15	+5
				+27						-29		
Lk tehostus -55l/s												


19.4.18 

 <b>ILMANVAIHTOLAITOKSEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>													
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Mittari: Swema air 300 Pvm: 19.4.2018 Suorittaja: Jyri Ernvall					
<b>Tuloilma</b>								<b>Poistoilma</b>					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
5.Krs.													
As.22													
4V													
Oh		Iris	1	125	23	22	+2						
Kph.								Kso	1	125	16	15	+3
Keittiö								Kso	1	100	9	8	-4
					+23						-25		
As.23													
4,5V													
Vh								Kso	1	100	6	6	-5
Mh		Stqa	1	125	12	12	+13						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	0
Kph.								Kso	1	125	15	15	+6
					+27						-29		
As.24													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+8
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-1
					+22						-24		
As.25													
4V													
Kph.								Kso	1	125	16	15	+4
Oh+keittiö		Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-2




				+22						-24		
<b>As.26</b>												
4V												
Kph.							Kso	1	125	15	15	+4
Oh+keittiö	Iris	1	125	22	22	+2	Kso	1	100	8	8	-2
				+22						-24		
<b>As.27</b>												
4,5V												
Keittiö							Kso	1	125	13	14	+3
Oh	Iris	1	125	15	16	+2						
Mh	Stqa	1	125	12	12	+13						
Kph.							Kso	1	125	16	15	+4
				+27						-29		
<b>As.28</b>												
4,5V												
Oh+keittiö	Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	100	8	8	-3
Mh	Stqa	1	125	12	12	+14						
Vh							Kso	1	100	6	6	-7
Kph.							Kso	1	125	15	15	+5
				+27						-29		
Lk tehostus -55l/s												

19.4.18 

 <b>ILMANVAIHTOLAITOKSEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>													
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Mittari: Swema air 300 Pvm: 19.4.2018 Suorittaja: Jyri Ernvall					
<b>Tuloilma</b>								<b>Poistoilma</b>					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
6.Krs.													
As.29													
5,5V													
Oh+keittiö		Iris	1	125	16	16	+2	Kso	1	125	17	16	+6
Kph.								Kso	1	125	22	20	+6
sauna		Kt-s	1	100	9	9	+5	Kso	1	100	9	9	-6
Mh		Stqa	1	125	12	12	+13						
Mh		Stqa	1	100	6	6	+7						
					+43						-48		
As.30													
5V													
sauna		Kt-s	1	100	8	8	+5	Kso	1	100	8	8	0
Kph.								Kso	1	125	15	15	+9
Mh		Stqa	1	125	12	12	+14						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	125	15	15	+5
					+35						-38		
As.31													
5,5V													
Kph.								Kso	1	125	16	16	+5
sauna		Kt-s	1	100	8	8	+5	Kso	1	100	8	8	-2
wc								Kso	1	125	13	12	0
Keittiö								Kso	1	100	8	8	0



19.4.18 

 <b>ILMANVAIHTOLAITOKSEN</b> <b>MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>													
Rakennus: As Oy Turun Sataman Loiste Osoite: Erik Pommerilaisen ranta 16 20810 Turku								Mittari: Swema air 300 Pvm: 19.4.2018 Suorittaja: Jyri Ernvall					
Tuloilma								Poistoilma					
Tila	N:o	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus	Laite	Kpl	Koko	Mitattu	Vaadit.	Lukitus
7.Krs.													
As.34													
5,5V													
Oh+keittiö		Iris	1	125	16	16	+2	Kso	1	125	17	16	+6
Kph.								Kso	1	125	22	20	+6
sauna		Kt-s	1	100	9	9	+5	Kso	1	100	9	9	-8
Mh		Stqa	1	125	12	12	+13						
Mh		Stqa	1	100	6	6	+7						
					<b>+43</b>						<b>-48</b>		
As.35													
5V													
sauna		Kt-s	1	100	8	8	+5	Kso	1	100	8	8	0
Kph.								Kso	1	125	15	15	+9
Mh		Stqa	1	125	12	12	+14						
Oh+keittiö		Iris	1	125	15	16	+2	Kso	1	125	15	15	+5
					<b>+35</b>						<b>-38</b>		
As.36													
8V													
Khh								Kso	1	100	12	12	-4
Kph.								Kso	1	125	16	15	-5
Mh		Kt-s	1	100	6	6	+4						
Mh		Kt-s	1	100	6	6	+6						

